

Структура и оптические свойства нанокompозитов на основе легированного медью и марганцем ZnS, термически осажденного на пористый оксид алюминия

Сташкова Валерия Васильевна¹

Валеев Ришат Галеевич¹, Тригуб Александр Леонидович¹, Бельтюков Артемий Николаевич¹, Сташкова Евгения Васильевна¹, Чукавин Андрей Игоревич¹, Елькин Иван Александрович¹, Алашкин Александр Сергеевич²

¹*Физико-технический институт УрО РАН*

²*Удмуртский государственный университет*

Валеев Ришат Галеевич

Stashkova-v@mail.ru

Пленки пористого оксида алюминия (ПОА), получаемые методом анодного окисления алюминия, получили широкое распространение в качестве мембран в системах очистки газов и жидкостей, матриц и темплатов для создания различных нанокompозитных материалов, в частности, наноструктуры ZnS, легированные ионами различных химических элементов, которые могут быть использованы в излучающих элементах источников света [1].

Целью настоящей работы является проведение исследований структуры и оптических свойств наночастиц сульфида цинка, легированного медью и марганцем с концентрацией 5 ат.%, осажденных в матрицы пористого Al_2O_3 с диаметрами пор 40, 80 и 120 нм методом одновременного термического осаждения сульфидов цинка и легирующих элементов в условиях сверхвысокого вакуума. Для сравнения использовались пленки материалов, синтезированные вместе с наноструктурами.

Химический состав и характеры химических связей, исследованные методом РФЭС, показали наличие Cu, Mn и Zn, связанных с серой. Послойный химический анализ до глубин около 30 нм показал равномерность распределения легирующих примесей в объеме нанокompозита. Рентгенофазовый анализ образцов также показал наличие соединений меди, марганца и цинка с серой (Cu_xS , MnS и ZnS , соответственно). Методом EXAFS и XANES-спектроскопии показано, что в образцах сосуществуют фазы Cu_xS различного состава, которые после отжига переходят в фазу Cu_2S . Отдельных частиц меди и марганца не обнаружено.

Исследованы спектры поглощения образцов, полученных осаждением на матрицы ПОА с удаленным алюминием. Выявлена зависимость значений ширины запрещенной зоны от диаметров пор матрицы – с увеличением диаметра значение E_g уменьшается.

Все образцы люминесцируют в видимой области спектра.

Работа выполнялась в рамках проекта РНФ (грант 15-19-10002).

Список публикаций:

[1] X. Fang, T. Zhai, et al., *Progress in Materials Science* 56, 175 (2011).

Структура и оптические свойства нанокompозитов на основе легированного медью и марганцем ZnS, термически осажденного на пористый оксид алюминия

Сташкова Валерия Васильевна¹

Валеев Ришат Галеевич¹, Тригуб Александр Леонидович¹, Бельтюков Артемий Николаевич¹, Сташкова Евгения Васильевна¹, Чукавин Андрей Игоревич¹, Елькин Иван Александрович¹, Алашкин Александр Сергеевич²

¹*Физико-технический институт УрО РАН*

²*Удмуртский государственный университет*

Валеев Ришат Галеевич

Stashkova-v@mail.ru

Пленки пористого оксида алюминия (ПОА), получаемые методом анодного окисления алюминия, получили широкое распространение в качестве мембран в системах очистки газов и жидкостей, матриц и темплатов для создания различных нанокompозитных материалов, в частности, наноструктуры ZnS, легированные ионами различных химических элементов, которые могут быть использованы в излучающих элементах источников света [1].

Целью настоящей работы является проведение исследований структуры и оптических свойств наночастиц сульфида цинка, легированного медью и марганцем с концентрацией 5 ат.%, осажденных в матрицы пористого Al_2O_3 с диаметрами пор 40, 80 и 120 нм методом одновременного термического осаждения

сульфидов цинка и легирующих элементов в условиях сверхвысокого вакуума. Для сравнения использовались пленки материалов, синтезированные вместе с наноструктурами.

Химический состав и характеры химических связей, исследованные методом РФЭС, показали наличие Cu, Mn и Zn, связанных с серой. Послойный химический анализ до глубин около 30 нм показал равномерность распределения легирующих примесей в объеме нанокompозита. Рентгенофазовый анализ образцов также показал наличие соединений меди, марганца и цинка с серой (Cu_xS , MnS и ZnS , соответственно). Методом EXAFS и XANES-спектроскопии показано, что в образцах сосуществуют фазы Cu_xS различного состава, которые после отжига переходят в фазу Cu_2S . Отдельных частиц меди и марганца не обнаружено.

Исследованы спектры поглощения образцов, полученных осаждением на матрицы ПОА с удаленным алюминием. Выявлена зависимость значений ширины запрещенной зоны от диаметров пор матрицы – с увеличением диаметра значение E_g уменьшается. Все образцы люминесцируют в видимой области спектра.

Работа выполнялась в рамках проекта РНФ (грант 15-19-10002).

Список публикаций:

[1] X. Fang, T. Zhai, et al., *Progress in Materials Science* 56, 175 (2011).

Особенности упруго-напряженного состояния дефектов дисклинационного типа на стадии локализации деформации в области упругих дисторсий

Суханов Иван Иванович

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Тюменцев Александр Николаевич, д.ф.-м.н.

suhanii@mail.ru

В процессе электронно – микроскопического исследования особенностей пластической деформации в субмикроструктурном никеле обнаружено явление локализации деформации в области упругих дисторсий с образованием полос переориентации с высокой (сотни град/мкм) упругой кривизной кристаллической решетки и нанодиполи частичных дисклинаций на фронте распространения этих полос [1, 2].

Теоретический анализ полей напряжений в окрестности нанодиполя клиновых дисклинаций с экспериментально обнаруженными значениями $l \approx 6$ нм (плечо нанодиполя) и $\varphi \approx 1^\circ$ (угол переориентации) показал, что величины диагональных компонент тензора напряжений и градиентов этих напряжений достигают очень высоких значений при величинах $P = (\sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \sigma_{zz})/3 \approx \pm E/50$ и $\partial P/\partial x \sim (10-20) E$ мкм⁻¹ (E – модуль Юнга). Как видно из рисунка 1, максимальные значения наблюдаются P в плоскости залегания нанодиполя (в сечении $y = 0$). По мере удаления от этой плоскости на расстояния 1 и 3 нм величина давления уменьшается до $P \approx E/100$ и $E/300$, соответственно.

Важной особенностью поля напряжений нанодиполя является также то, что максимальные значения сдвиговых компонент тензора напряжений τ_{xy} , под действием которых осуществляются сдвиги, локализованы перед фронтом движущегося диполя. На наш взгляд, это обстоятельство является значительным силовым фактором образования квадрупольных конфигураций на фронте распространения нанополос переориентации (рис. 1 в). Это приводит к более сложным мультипольным конфигурациям – ансамблям взаимодействующих между собой квадруполь.

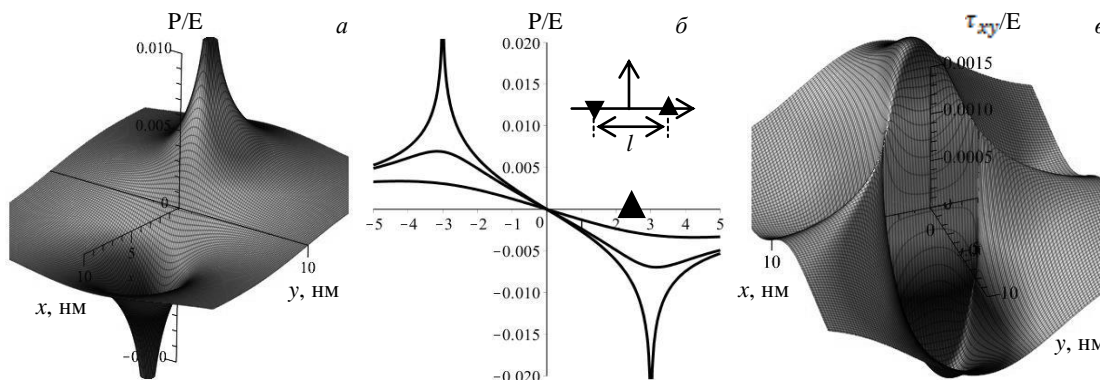


рис. 3. Пространственное распределение давления $P = (\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33})/3$ нанодиполя частичных клиновых дисклинаций с размером плеча $l = 6$ нм и значением вектора Франка $\omega \approx 1^\circ$ (а) его проекции на разных расстояниях от плоскости залегания диполя $y = 0$ нм – кривая 1; на расстоянии $y = 1$ нм – кривая 2; на расстоянии $y = 3$ нм – кривая 3 (б) и компоненты τ_{xy} тензора напряжений нанодиполя с параметрами $l = 6$ нм, $\omega \approx 1^\circ$ (в).